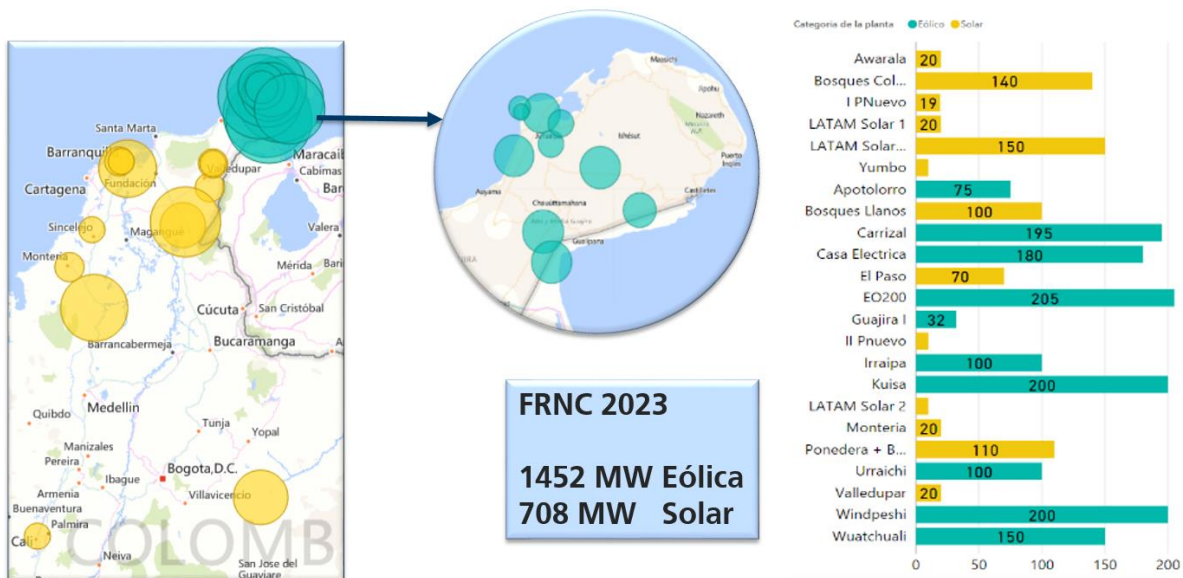


## ANÁLISIS DE INTEGRACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE AL SISTEMA COLOMBIANO



### Proyectos de FRNC considerados en los estudios

Estas cantidades de potencia proveniente de nuevos proyectos de FRNC podrían tener variaciones muy importantes, teniendo en cuenta las claras intenciones de incorporar nuevos proyectos a nivel de los sistemas de los Operadores de Red - OR o incluso a nivel de los Sistemas de Distribución Local - SDL, lo que involucra una nueva condición de incertidumbre, que a nivel internacional ha demostrado tener un impacto no despreciable en la operación de los sistemas de potencia.

Aunque es claro que la generación proveniente de FRNC representa una fuente de generación limpia ambientalmente y en algunos casos pueden ayudar a mejorar la confiabilidad y seguridad de algunas áreas del país, su operación implica grandes retos para el operador del sistema, ya que una de sus principales características es que su producción es variable y depende del comportamiento de variables hidrometeorológicas como el viento, la radiación solar y la temperatura.

En consecuencia, para que el CND, responsable de la planeación y operación del sistema eléctrico colombiano, pueda desempeñar sus funciones con los criterios de confiabilidad, seguridad y economía exigidos por la ley, requiere estudiar el comportamiento de estas nuevas fuentes de energía y en consecuencia adecuar sus procesos, procedimientos y herramientas en la planeación y operación del sistema.

Ante este nuevo panorama, el CND ha creado el proyecto "Integración de Fuentes Renovables no Convencionales de Energía a los Procesos del Centro Nacional de Despacho" con el fin de coordinar, canalizar esfuerzos y brindar las herramientas necesarias a cada uno de los procesos de la gerencia, para que se logre integrar adecuadamente las FRNC en el sistema colombiano. Inicialmente, se realizó un ejercicio de vigilancia estratégica y un referenciamiento internacional, buscando incorporar en nuestro país las mejores prácticas adoptadas por los sistemas que ya integraron con éxito estas tecnologías. Luego se llevó a cabo un curso de formación por parte de Fraunhofer, la mayor organización de

investigación aplicada en Europa, en el cual se certificaron veinticinco ingenieros de XM, en conocimientos técnicos de planeación y operación de FRNC.

Para conocer de primera mano las mejores prácticas adoptadas a nivel internacional, se gestionó la participación en tres reuniones de trabajo en Uruguay (UT), en Dinamarca (Energinet) y en Atlanta el taller “Aplicando la meteorología a la planeación y operación de sistemas de potencia” organizado por el Grupo de Integración de Generación variable – UVIG, también se realizaron visitas de referenciamiento a Indianapolis Power and Light – IPL y a CAISO en Estados Unidos.

Como resultado del conocimiento adquirido y para tener un primer diagnóstico de cuál sería el comportamiento del sistema eléctrico colombiano con estas nuevas fuentes de generación, se han realizado estudios preliminares de suficiencia energética y estudios de seguridad eléctrica ante diferentes panoramas de integración, obteniendo los resultados que se resumen a continuación.

### **Resultados estudios de suficiencia energética**

Los estudios de suficiencia energética llegaron a las siguientes conclusiones:

- La FRNC evidencian una contribución energética positiva para el SIN en el mediano y largo plazo. Sin embargo, dada la variabilidad intrínseca en la naturaleza de sus fuentes primarias, es necesario reforzar los análisis de potencia con el fin de continuar operando con los criterios de seguridad y confiabilidad exigidos por la reglamentación vigente.
- Ante la evaluación de diferentes escenarios que incluyen la entrada de proyectos de generación que no tienen obligaciones de energía firme (menores, fuentes renovables no convencionales y otros), las condiciones de confiabilidad del sistema mejoran y se presenta un cambio significativo en la participación de los recursos térmicos en el abastecimiento de la demanda.
- En el horizonte se observa una reducción considerable en los costos marginales del sistema, debido al ingreso de recursos (tanto convencionales como no convencionales) cuyos costos de operación son más bajos que aquellos que utilizan combustibles fósiles.

### **Resultados estudios de seguridad eléctrica**

Los estudios de seguridad eléctrica llegaron a las siguientes conclusiones:

- La máxima generación eólica neta que se podría conectar en Cuestecitas es de aproximadamente 1,300 MW, por restricciones de estabilidad ante la contingencia de la línea a 500 kV Copey – Cuestecitas, por ser esta una conexión de gran potencia eólica en un punto débil del sistema eléctrico. Esta cantidad de FRNC se podría incrementar, incluyendo elementos y acciones adicionales en el SIN.
- La máxima capacidad de FRNC a integrar depende de la inercia del sistema. Particularmente para el año 2013, teniendo una inercia de 557 segundos, se podría incorporar un total de 2,400 MW de generación proveniente de FRNC (solar más eólica), considerando una frecuencia mínima de 59.5 Hz ante pérdida de 300 MW de generación.
- El comportamiento dinámico del sistema es muy dependiente de la inercia del sistema, de la capacidad de regulación dinámica de frecuencia y de voltaje de las nuevas plantas de generación y de los equipos existentes en la red.
- Con el escenario de generación de FRNC estudiada no se evidencian congestiones en el sistema.

### **Recomendaciones**

Como resultado del referenciamiento efectuado y los estudios realizados, se identifican las siguientes recomendaciones, algunas asociadas a cambios regulatorios, necesarias para lograr una adecuada integración de plantas de generación proveniente de FRNC:

- Dado el impacto del ingreso de nuevas tecnologías en el sistema, es necesario contar con una base de datos única que reduzca la incertidumbre en el manejo de la información de los nuevos proyectos y las fuentes primarias de información requeridas para los diferentes análisis.
- Se debe contar con un procedimiento claro, información suficiente y confiable para definir los escenarios de generación (XM, la UPME y el CNO).
- El CND debe disponer de los modelos eléctricos y control de cada proyecto de generación.
- Se requiere disponer de series medidas de viento y de radiación solar con información de cada diez minutos, para determinar las variaciones en los requerimientos de reserva para control de frecuencia. Los datos horarios actuales son insuficientes para realizar este análisis.
- Se requiere que las nuevas plantas de generación tengan la capacidad de realizar regulación dinámica de frecuencia y de voltaje y una adecuada soportabilidad de las nuevas unidades de generación a condiciones transitorias de voltaje y frecuencia (Fault Ride Through - FRT).
- Dada la incertidumbre en la potencia que puedan entregar las plantas con FRNC, se requiere por parte del operador del sistema, tener disponibilidad de pronósticos de demanda y de generación de FRNC con actualizaciones en tiempo real, para tomar decisiones operativas oportunas.
- Las responsabilidades del CND y los agentes, establecidas en el Código de Red – Resolución CREG 025 de 1995, deben incorporar los cambios necesarios para facilitar la integración de los recursos de FRNC y seguir cumpliendo los objetivos definidos para el sector eléctrico colombiano.
- El CND debe realizar las adecuaciones necesarias a sus procesos, para incorporar los cambios que la integración de estas nuevas tecnologías requiere.

#### **Lo que sigue...**

- Definir e implementar un modelo integrado de gestión de información de las variables relevantes para este tipo de proyectos.
- Elaborar un prototipo de predicción y pronóstico de demanda y de generación de energía con la participación de generación de fuentes renovables no convencionales.
- Continuar refinando los estudios de suficiencia y seguridad con la información nueva de los proyectos.
- Gestionar ante las entidades pertinentes, una propuesta de modificación a la normatividad vigente, Código de Redes.
- Implementar los cambios requeridos a los procesos del CND considerando la integración de fuentes renovables no convencionales.

Para lograr alcanzar estas metas, actualmente se están adelantando, entre otras, las siguientes acciones:

- Capacitación avanzada en manejo de modelos de simulación de FRNC con el proveedor de la herramienta Digsilent Power Factory, entrenamiento en estudios de integración de FRNC a sistemas de potencia con Fraunhofer y gestión del acompañamiento de la empresa operadora del sistema de transmisión - TSO de Dinamarca – ENERGINET, catalogada como líder a nivel

mundial en la integración de FRNC, con el objetivo de consolidar de forma coordinada con el CNO, las recomendaciones de cambios regulatorios al Código de Red, para ser remitidas a la CREG.

- Dentro del proyecto “Nuevas herramientas de optimización para la planeación energética” se tiene planteado continuar con el desarrollo y mejoramiento del modelo Orquídea. Dentro de las funciones a implementar se adecuará el modelo para incluir múltiples fuentes de incertidumbre asociadas a los recursos renovables para las simulaciones estocásticas. Además, se adecuará el modelo de análisis de potencia para estimar posibles déficits de potencia incluyendo ahora los recursos renovables no convencionales y finalmente se terminará con el desarrollo del prototipo de interfaz gráfica para el manejo de datos y visualización de resultados.
- Para la programación de la operación y la operación tiempo real, se están considerando, entre otras, diferentes alternativas que buscan obtener mayor flexibilidad de los recursos de generación convencional, cambiar el método de oferta y despacho de planta a unidad, cambiar los métodos de modelamiento de los ciclos combinados y las cadenas hidráulicas, definir nuevos métodos de cálculo de reservas, basados en la generación esperada basada en pronósticos de FRNC del día siguiente, reducción de tiempos de redespacho y creación de un mecanismo de balance de tiempo real.
- En el proyecto ISAAC se realizarán las adecuaciones necesarias, para incorporar mediante las unidades de medición fasorial – PMU’s, las nuevas variables relacionadas con FRNC y con las fuentes de generación distribuida.
- Adicionalmente se están ejecutando otros proyectos en el CND, para la integración adecuada de estas fuentes de generación al sistema.